Fundación Cidca
Tecnología en Electrónica
Física Eléctrica
Profesor: Emerson Quiñones

Guía: Aplicaciones de las Reglas de Kirchhoff.

Conceptos y Habilidades previas:

Ley de Ohm.
Sistemas de ecuaciones lineales.
Montaje de circuitos en el protoboard

Objetivos:

1. Comprender las reglas de kirchhoff y aplicarlas en el análisis de circuitos eléctricos resistivos.
2. Utilizar el software libre scilab 5.1 en la solución de los sistemas de ecuaciones que modelan el comportamiento de variables eléctricas.
3. Utilizar el software libre Qucs, para diseñar circuitos eléctricos.

Introducción:

El desarrollo científico y tecnológico, al cual se ha enfrentado la sociedad del conocimiento, ha generado propuestas innovadoras en muchos ámbitos que van desde la cotidianidad, la diversión, la educación y el mundo de la investigación. En el campo de la educación, este proceso ha estado enfocado al desarrollo de didácticas que permitan aprendizajes significativos en todas las expresiones de la ciencia y de la cultura. Es así, como se han generado una serie de poderosas herramientas (software), que permiten la incorporación de elementos visuales, auditivos y de acercamiento a la realidad que facilitan la apropiación de conceptos.

Con esta plataforma, un curso de física eléctrica, cobra mucha importancia en este contexto, ya que precisamente gracias al desarrollo del concepto circuito; estas aplicaciones se han hecho posibles. Así las leyes de Ohm y las reglas de Kirchhoff, se convierten en tema obligado para un estudiante de electrónica.

Para garantizar rapidez en algunos procesos, existe un poderoso software educativo llamado: scilab, con el que podemos solucionar sistemas de ecuaciones entre otras muchas aplicaciones. Esta herramienta es de gran utilidad, ya que en ocasiones realizamos análisis muy buenos de la física del sistema; pero a la hora de calcular tenemos dificultades. También contamos con el software Qucs, con el que podemos realizar el diseño de los circuitos eléctricos y del mismo modo realizar simulaciones. Es de aclarar que dentro los objetivos de esta guía, solo se contempla el diseño.

Con estas dos poderosas herramientas (software), con los instrumentos y materiales (protoboard, multímetro, resistencias eléctricas, cable, y

conectores), y los elementos conceptuales de cada estudiante, se pretende entonces, comprender y aplicar las reglas de Kirchhoff.

Reglas de Kirchhoff:

Las reglas de Kirchhoff, son dos proposiciones que nos permiten realizar cálculos de: La corriente eléctrica y la diferencia de potencial, cuando un circuito eléctrico esta formado por una, dos o mas mallas. Es de precisar que para nuestro caso, solo trabajaremos con resistencias eléctricas; pero en términos generales las reglas de Kirchhoff, se aplican a circuitos: RC, RL, y RLC.
Donde, R = Resistencia, C=Condensador y L= Bobina. Así un circuito RLC, está formado por combinaciones entre resistencias, condensadores y bobinas.

Estas reglas son:

1. La sumatoria algebraica de las diferencias de potencial a lo largo de una malla del circuito es igual a cero.
2. En un punto de ramificaciones, donde puede dividirse la corriente, se debe cumplir que la sumatoria de las corrientes que entran a ese punto es igual a la sumatoria de las corrientes que salen del mismo.

En la siguiente página, usted encontrará una serie de vínculos que le permitirán realizar una adecuada consulta bibliográfica, cuyo propósito es ampliar su espectro conceptual:
http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001601/enciclopedia/index.html

Con el software libre Qucs, podemos diseñar una gran variedad de circuitos eléctricos y electrónicos.
En el siguiente link, usted puede bajar el software e instalarlo en su PC como se indica en la página:
http://sourceforge.net/project/downloading.php?groupname=qucs&filename=qucs-0.0.14-setup.exe&use_mirror=hivelocity

A continuación se muestra la ventana completa mostrada por este programa:

En el programa existe una ventana, ayuda (Ver Fig 1), y en esta encuentra el procedimiento para el diseño de este circuito y cualquier otro.

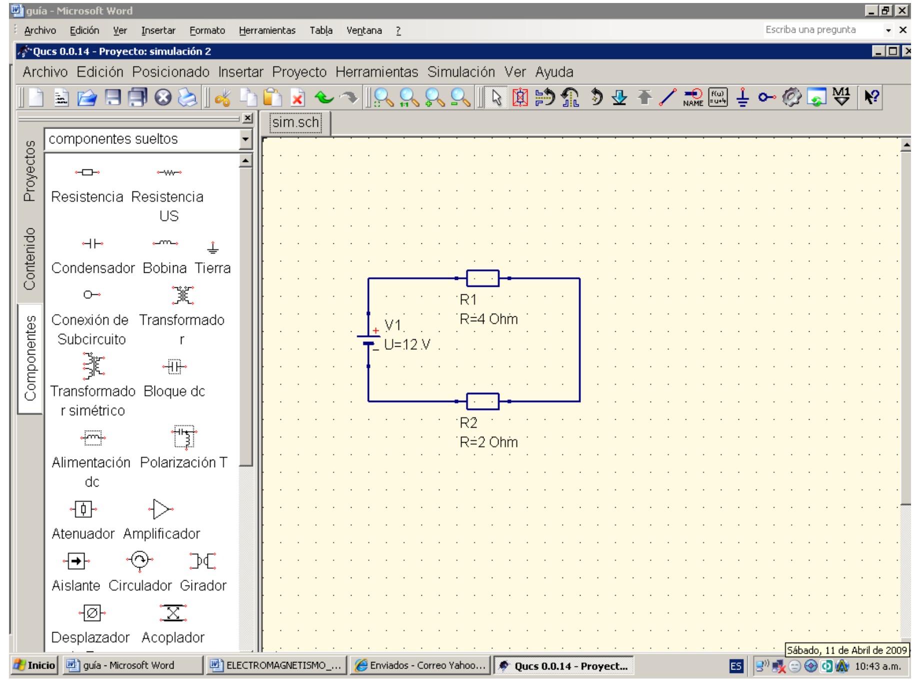


Figura 1

Ahora apliquemos las reglas de Kirchofff. Para realizar cálculos:

Ejemplo 1:

Calcular la corriente a través de cada una de las resistencias y la diferencia de potencial de cada resistencia.

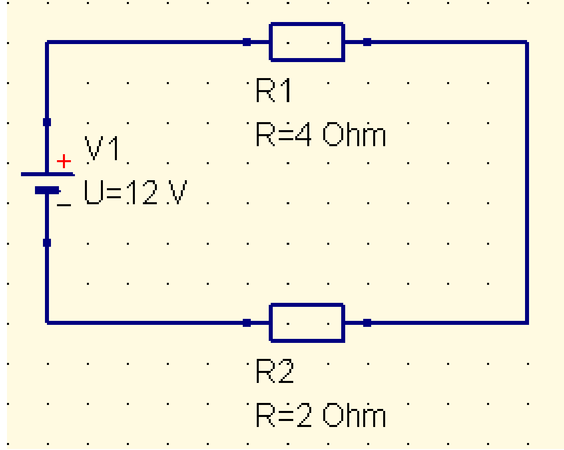


Figura 2

En primera instancia, vemos que este circuito solo posee una malla (solo un camino a través de la cual circula la corriente) y esto hace que no existan puntos donde se presenten bifurcaciones de la corriente (Divisiones de la corriente en dos o más caminos). Así que aplicamos la primera de la reglas de Kirchoff, ya que la segunda no aplica.

Para realizar la sumatoria algebraica de las diferencias de potencial y tomando el sentido escogido para la corriente, nos desplazamos a través de cada elemento y revisamos si hay o no un aumento del potencial.

En este caso tenemos:

Ecu 1 $12 - 4.I - 2.I = 0$

12, aparece con signo positivo, ya que la batería aumenta el potencial, mientras que a través de R1 y R2 el potencial disminuye y por eso aparecen con signo negativo. Vemos además que solo hay una corriente eléctrica, porque solo hay una malla.
Resolviendo la anterior ecuación lineal con una incógnita, encontramos fácilmente que la corriente en cada resistencia es: $I = 2Amp$

La diferencial de potencial en cada resistencia, es el producto de la resistencia por la corriente, como lo plantea la ley de Ohm:

Ecu 2 $\Delta V = R.I$

Luego la diferencia de potencial en cada resistencia es:

$$\Delta V1 = R1.I = 4.2 = 8V$$
$$\Delta V2 = R2.I = 2.2 = 4V$$

Observemos que la suma de las diferencias de potencial a través de las resistencias, es igual a la diferencia de potencial de la fuente..

Ejemplo 2:

Calcular la corriente a través de cada una de las resistencias y la diferencia de potencial de cada resistencia.

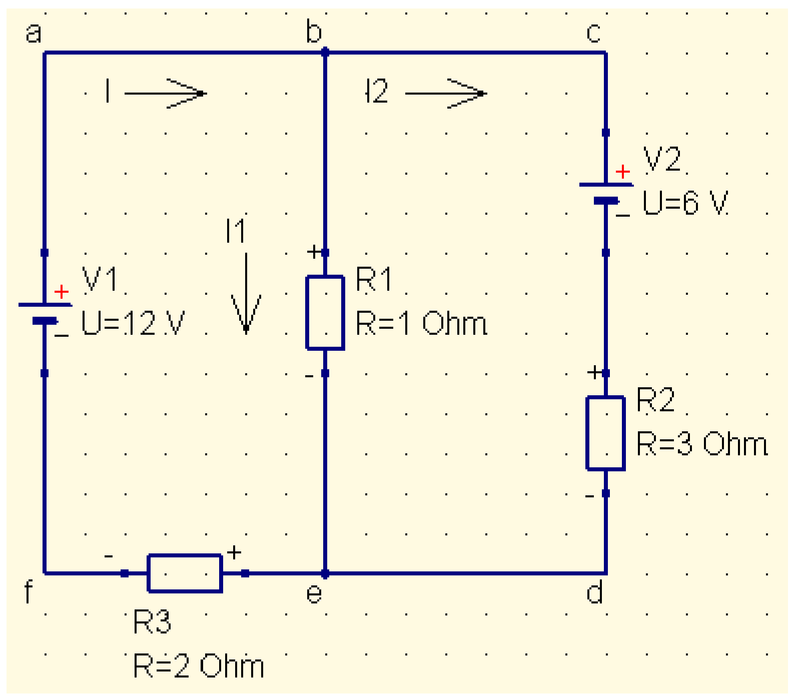


Figura 3

Supongamos, que la corriente que circula a través de la batería 1 es I, como lo muestra el diagrama. En el punto b, la corriente eléctrica se divide en: I1 e I2. Aún no se sabe si los sentidos de las corrientes indicados, son los correctos. Para esto es necesario calcular las corrientes. Otro nodo es el punto e, donde se observa que entran al nodo I1 e I2 y de allí sale I.

De lo anterior podemos expresar y aplicando la segunda regla de Kirchhoff que:
Ecu 3 $I = I1 + I2$

Para aplicar la primera regla de Kirchhoff, existen tres mallas, dos interiores: abef y bcde, y una exterior abcdef.

Como se puede observar en la ecuación 3, tenemos tres incógnitas, luego esto significa que requerimos de dos ecuaciones mas que nos permitan solucionar nuestro sistema y así encontrar: I,I1 e I2. Ósea que solo necesitamos hacer el análisis de dos mallas únicamente. Antes de aplicar, observe que las resistencias y las baterías tienen unos signos. Estos nos indican los puntos de mayor (+) y menor (-) potencial. Se colocan de esa forma, por la dirección de la corriente que inicialmente se toma como un supuesto. Así en la resistencia 1, colocamos de arriba hacia abajo + y -, lo que indica (teniendo en cuenta la dirección I1) que vamos de un potencial mayor a uno menor que es precisamente la dirección de la corriente señalada.

Consideremos la malla exterior abcdef

Ecu 4 $12 - 6 - 3.I2 - 2.I = 0$

Vemos que la única diferencia de potencial positiva es la de la batería 1, ya que si nos fijamos detenidamente, en los otros tres elementos, el potencial va de + a -, luego negativo.

La ecuación la podemos expresar como:

$$12-6-3.I2-2.(I1+I2)=0$$

Esto por la ecuación: $I=I1+I2$

Simplificando esta ecuación tenemos que:

Ecu 4a $6-2.I1-5I2=0$

De la misma forma, si aplicamos esta regla a la malla interior de la izquierda, tenemos que:

Ecu 5 $12-1.I1-2I=0$

Haciendo un procedimiento similar al aplicado para la malla anterior tenemos que:

Ecu 5ª $12-3.I1-2.I2=0$

Como podemos ver, se generó un sistema de ecuaciones formado por dos ecuaciones lineales con dos incógnitas: I1 e I2. Es pertinente indicar que en el circuito los cálculos matemáticos son muy sencillos y por esto no recurrimos al software

En muchas ocasiones, en estos procedimientos matemáticos nos equivocamos por malos cálculos. Scilab, es un software que permite realizar todo este tipo de cálculos, los cuales disminuyen la probabilidad que nos equivoquemos.

Con el software libre Scilab, podemos hacer una gran variedad de operaciones, graficas y simulaciones de algoritmos matemáticos.
En el siguiente link, usted puede bajar el software e instalarlo en su PC como se indica en la página:
http://www.scilab.org/download/

Cuando usted abre el software le aparece una interfaz como lo muestra la figura 4:
En esta ventana se pueden realizar todas las operaciones mencionadas.
Para el caso nuestro de calcular I1 e I2.
En el siguiente enlace usted encontrará un tutorial, donde explican didácticamente el uso del software:
http://www.lawebdelprogramador.com/cursos/enlace.php?idp=2546&id=132&texto=Matlab

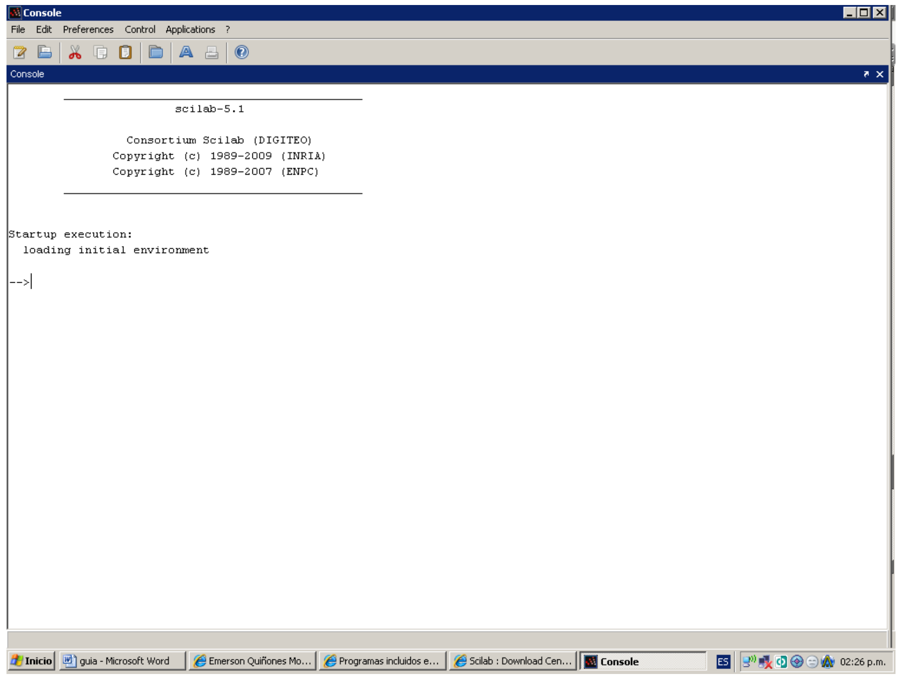


Figura 4

Lo primero que hacemos es organizar las dos ecuaciones:

$$-2.I1-5I2+6=0$$

$$-3.\mathrm{I}1-2.\mathrm{I}2+12=0$$

Para este procedimiento, recuerde el método matricial para resolver sistemas de ecuaciones.

Ahora expresamos en forma matricial el sistema, para expresarlo de la forma: $A.x+b=0$

A = - 2. - 5.
- 3. - 2.

b = 6.
12.

x = I1
I2

A continuación se presenta la ventana con el script que nos permite calcular:

```
Console scilab-5.1

                    scilab-5.1

             Consortium Scilab (DIGITEO)
           Copyright (c) 1989-2009 (INRIA)
           Copyright (c) 1989-2007 (ENPC)

Startup execution:
  loading initial environment

-->A=[-2 -5;-3 -2], b=[6; 12]
 A  =

  - 2.  - 5.
  - 3.  - 2.
 b  =

    6.
    12.

-->[x0,KerA]=linsolve(A,b)
 KerA  =

     []
 x0  =

    4.3636364
  - 0.5454545

-->_
```

Figura 5

De lo anterior, podemos inferir que:

$$I1 = 4{,}37\,Amp$$

$$I2 = -0{,}45\,Amp$$

I2, es negativa, esto significa que el sentido de I2, es contrario a como habíamos supuesto inicialmente.

El cálculo de las diferencias de potencial, lo dejamos como ejercicio (Ver ejemplo 1)

Taller:

A.1. Reproducir utilizando su protoboard, resistencias electricas, y cable cada uno de los circuitos anteriores. Mida con el mutimetro las corrientes y diferencias de potencial. (Tome una fotografía de cada uno de los dos montajes).
2. Compare los resultados teóricos con los medidos experimentalmente. Si no encuentra la magnitud exacta de las resistencias, utilice otras magnitudes; pero tenga en cuenta este procedimiento a la hora de comparar los resultados teóricos y experimentales.

B.1. Diseñe en Qucs: Dos circuitos con dos mallas internas y dos circuitos con tres mallas internas.
2. Plantee las ecuaciones que modelan el comportamiento eléctrico de cada uno de los cuatro circuitos. (Realice todo el procedimiento)

3. Realice los cálculos de la corriente y la diferencia de potencial a través de cada resistencia, utilizando el software Scilab. (Muestre las ventanas donde se evidencie la programación que permite arrojar los resultados).

C.1. Reproduzca los cuatro anteriores circuitos utilizando: protoboard, resistencias eléctricas y cable.
2. Mida con la ayuda del multímetro la corriente y diferencia de potencial a través de cada resistencia.

D.1. Compare los resultados teóricos y experimentales.

E.1. Obtenga las conclusiones de toda la actividad, con los siguientes criterios:

Reglas de Kirchhoff
Usos y utilidad del software: Qucs y Scilab.
Comparación entre los resultados teóricos y experimentales.

Nota: Presente el desarrollo de su guía en formato digital.

Éxitos y mucha suerte en el desarrollo de la guía.